



## ЗЕМЛЕВПОРЯДКУВАННЯ ТА ГЕОДЕЗІЯ

УДК 528.8:908

**Остапчук С. М., к.т.н., доцент, Прокопчук А. В., аспірант**

(Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

### ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ СТЕЖОК ЗА МАТЕРІАЛАМИ СУПУТНИКОВИХ ЗНІМАНЬ

**Відмічено важливе значення інформаційного забезпечення для туристичної привабливості територій. На основі досвіду проведених робіт виконано аналіз використання супутникових знімків при проектуванні екологічних стежок. Вказану роботу розділено на декілька етапів, відзначено основні її особливості. У вигляді графічних матеріалів наведено приклади виконання поставлених завдань. Зазначено основні характеристики запроектованих екологічних стежок.**

**Ключові слова:** туризм, екологічні стежки, інформаційне забезпечення, супутникові знімки, моделювання.

Важливим чинником туристичної привабливості територій є належний рівень інформаційного забезпечення. Особливо відчутну роль інформаційна складова відіграє при становленні та розвитку сільського зеленого туризму. Такий вид туризму передбачає проведення вільного часу в сільському середовищі, якому властиві відповідні забудова, ландшафт, побут, звичаї. Відпочинок полягає у проведенні пішохідних і кінних прогулянок, спортивних та оздоровчих подорожей, які відбуваються серед живої зеленої природи. Якщо організація такого туризму відбувається на малозмінених людиною ландшафтах (території національних та ландшафтних парків) із знайомством з природними чи історико-культурними пам'ятками без заподіяння шкоди навколишньому середовищу, то його називають екологічним. Аналіз різноманітних джерел свідчить, що екологічний туризм розглядається як важливе явище у світовому туризмі [1-3]. За прогнозами експертів ВТО, у XXI ст. темпи його активно зростатимуть, а отримані прибутки сприятимуть розвитку національних економік багатьох країн світу (особливо тих, що розвиваються).

Інформаційних туристичних ресурсів у колишньому класичному розумінні (путівники, буклети, паперові карти, художні альбоми, світлини тощо), для такого, відносно нового виду відпочинку, як правило, дуже мало. Та й, правду кажучи, вони у сучасних реаліях значною

мірою втратили свою актуальність. В умовах нової інформаційної епохи потреби і запити споживачів радикально змінилися. Сучасний рівень технічного забезпечення та навігаційно-картографічних знань населення дозволяє, загалом, необхідні для цього відомості та матеріали отримати в Інтернеті із систем з відкритою інформаційною базою. Для цього потрібно тільки вирішити питання наповнення таких систем актуальними та достовірними даними.

Тому цілком зрозуміло, що одним із важливих початкових завдань на шляху геоінформаційного забезпечення сталого розвитку екологічного туризму є оптимальні рішення щодо розробки маршрутів та локацій. На основі досвіду виконаних робіт [4-10] можна стверджувати, що оцінити повною мірою особливості місцевості, якісні і кількісні характеристики маршрутів та оглядових точок (складність, протяжність, оглядовість та ін.) досить важко без використання даних дистанційного зондування Землі. Варто зазначити, що з впровадженням міжнародних дослідницьких місій, запуском сучасних супутників та сузір'їв супутників, використання отриманих знімків стало актуальним не тільки у туристичній галузі, а й в багатьох сферах наукової і практичної діяльності. Завдяки безкоштовному доступу, глобальному покриттю, відносно високій періодичності знімання, наявності великої кількості апробованих алгоритмів обробки, найбільший інтерес у даному випадку становлять продукти мультиспектрального (Landsat, Sentinel-1(2)) та радарного (Sentinel-1) сканування поверхні Землі. Знімки можуть бути завантажені із серверів Європейського космічного агентства або Геологічної служби США. Всі зображення постачаються з різним ступенем обробки, проте в базовому вигляді надаються з виконаною геометричною та атмосферною корекцією.

Головні узагальнюючі моменти із проектування екологічних стежок за матеріалами супутникових знімків на території Надслучанського регіонального ландшафтного парку наведено нижче.

Вказану роботу з певною долею умовності можна розділити на декілька етапів:

- ознайомлення з існуючою методикою створення екологічних стежок;
- аналіз наявного картографічного матеріалу;
- вивчення комплексної географічної характеристики території;
- налаштування і тестування програмного забезпечення та апаратних засобів для запису треків;
- прокладання і координування маршрутів та оглядових точок;
- аналіз та фільтрація точок, записаних у треки;
- опрацювання та аналіз отриманих фотоматеріалів;
- побудова цифрової моделі рельєфу;
- побудова тематичних та індексних карт;

- використання композитних зображень для візуальної ідентифікації об'єктів;
- побудова векторних карт маршрутів, оглядових точок та точок прив'язки фотографій.

В процесі виконання досліджень нами були використані зображення, отримані космічними апаратами Sentinel-1(2). Роздільної здатності таких продуктів (14, 10 м), точності геометричної прив'язки, діапазону знімання достатньо для проектування екологічних стежок.

Процес побудови цифрової моделі рельєфу за даними радарного знімання включає такі етапи:

- взаємна реєстрація знімків;
- побудова інтерферограми та диференційної інтерферограми за парою знімків;
- виконання адаптивної фільтрації (наприклад Golfstein);
- розгортання фази (конвертація відносних фазових значень в абсолютні значення);
- побудова опорних точок для вертикальної та геометричної корекції моделі;
- видалення фазового зсуву (градієнта фази);
- перерахунок значень фази в значення висот;
- геометрична корекція моделі.

Обробка радарних знімків виконувалась у програмному продукті ENVI SARscape 5.2. В результаті отримано ґрид у форматі geotiff, кожна комірка якого містить значення висоти (приклад наведено на рис. 1).

На основі отриманого продукту можна створити 3d модель рельєфу, побудувати горизонталі, відмітки висот, визначити ухили земної поверхні, експозицію схилів, проаналізувати області видимості тощо.

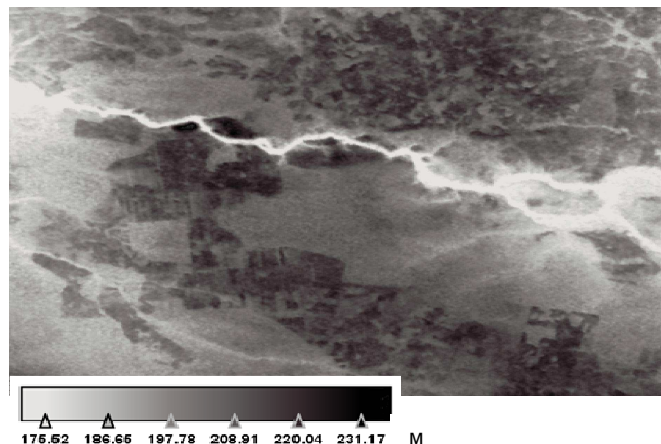


Рис. 1. Цифрова модель місцевості

Процес створення тематичних карт включає:

- радіометричну корекцію зображень;
- атмосферну корекцію зображень;
- створення індексних та композитних зображень;
- вибір еталонних ділянок;
- побудову сигнатур;
- класифікацію.

Обробка мультиспектральних зображень виконувалась в програмі Idrisi Selva.

Отримані тематичні карти являють собою растрові зображення, на яких певними кольорами відображаються різнотипні об'єкти (рис. 2).

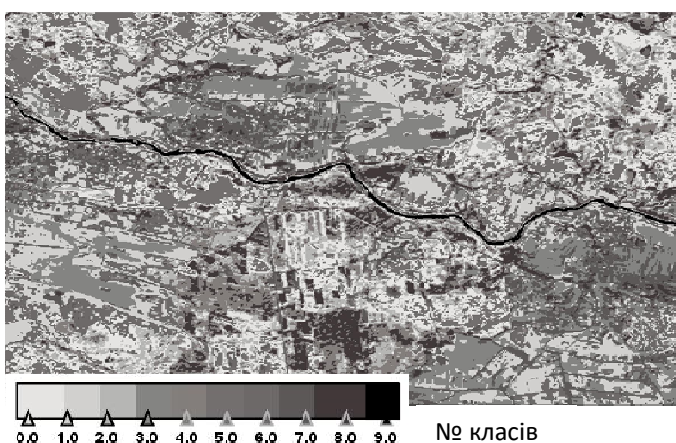


Рис. 2. Класифіковане зображення на якому:

0, 2, 4, 5, 8 – ділянки лісу; 1, 3 – слабка рослинність, відкриті ґрунти;  
6 – чагарники, молоді насадження; 7 – забудова; 9 – вода

Для проектування еколого-туристичних маршрутів на тематичній карті доречно відобразити водойми, рослинність, шляхи та комунікації, забудову тощо.

Після виконання підготовчих робіт переходять до процесу моделювання. Для цього використовується спеціалізоване програмне забезпечення, в нашому випадку ArcGIS.

До проекту завантажуються вихідні дані: ЦМР, тематичні та індексні карти, супутникові знімки та базові карти із віддаленого сервера ESRI. Наявність вищеперерахованих даних дозволяє врахувати особливості рельєфу, розташування інфраструктури та комунікацій, наявну рослинність, окремі природні об'єкти. Проектування виконується за допомогою інструментів 3d моделювання, висоти точок автоматично отримуються із ЦМР. Вихідними продуктами виступають: маршрути (тип 3d poliline), оглядові точки (тип 3d point), збережені у форматі shp чи іншому форматі, який підтримує елементи 3d. Пара-  
56

лельно із вищеперерахованими продуктами за допомогою інструментарію ГІС можна отримати: профілі ходів, зони видимості (за наявності цифрової моделі поверхні), ухили по маршруту, каталоги координат тощо.

У результаті такої роботи було запроєктовано 5 пішохідних та 2 кінні екологічні стежки. В якості прикладу на рис. 3 і 4 наведено картосхему та профіль екологічної стежки «Млинкова річка». Характеристики запроєктованих маршрутів відображено у таблиці.

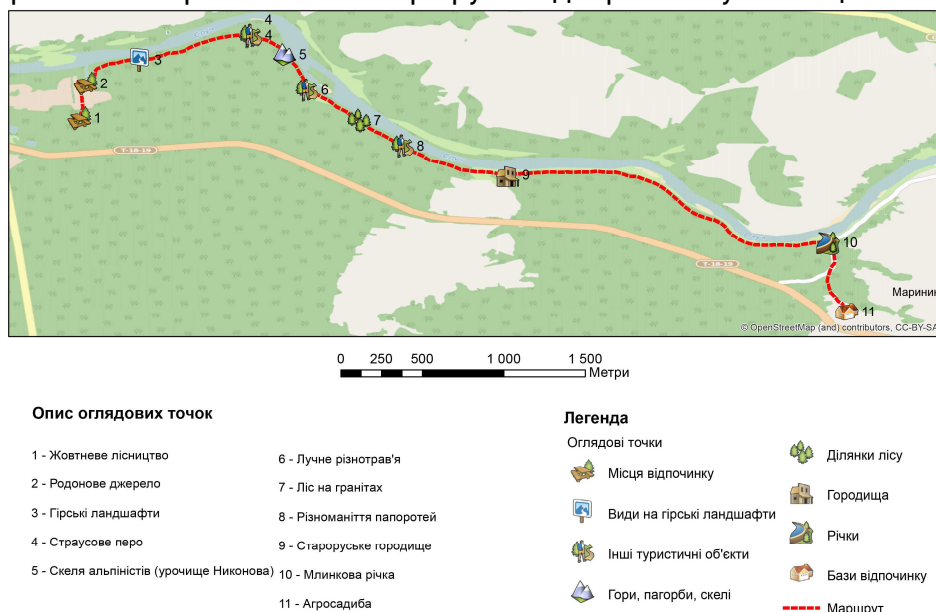


Рис. 3. Картосхема пішохідного маршруту «Млинкова річка»

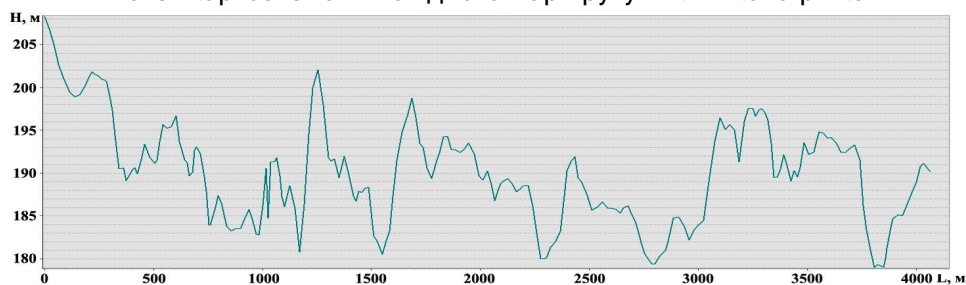


Рис. 4. Профіль пішохідного маршруту «Млинкова річка»

### Висновки

Дані дистанційного зондування Землі є незамінними в процесі розбудови туристичної інфраструктури регіону.

Проектування маршрутів та видових точок з використанням ГІС дозволяє суттєво зменшити тривалість робіт, витрати на польові дослідження та врахувати всі особливості на досліджених територіях.

Комбінація мультиспектральних та радіометричних знімків дозволяє отримати актуальну інформацію не лише про об'єкти на пове-

рхні землі, а і особливості рельєфу.

Перевагою використання створених 3d моделей місцевості є можливість підготовки допоміжних продуктів, таких як профілі ходів, експозиції схилів, картосхеми маршрутів, зони видимості.

Отримані результати є попередніми, для прийняття остаточного рішення необхідно провести дешифрувальні роботи на місцевості.

Таблиця

Основні характеристики запроєктованих екологічних стежок

№ з/п	Назва	Тип	Протяжність, км	Перепад висот, м	Кількість оглядових точок
1	Губківський замок	пішохідна	4,8	30	11
2	Млинкова річка	пішохідна	4,1	29	10
3	Соколіні гори	пішохідна	2,7	38	9
4	Стави	пішохідна	8,2	29	9
5	Щербовець	пішохідна	6,7	54	10
6	Лісовими стежками Полісся	кінна	5,5	28	9
7	Мандрівка поліським лісом	кінна	11,6	-	11

**1.** Дмитрук О. Ю. Екологічний туризм: сучасні концепції менеджменту і маркетингу / Дмитрук О. Ю. – К. : Альтерпрес, 2004. – 192 с. **2.** Кузик С. П. Географія туризму / Кузик С. П. – К. : Знання, 2011. – 271 с. **3.** Географічні аспекти розвитку туризму (на прикладі України та Польщі) / Явкін В. Г., Руденко В. П., Андрейчук В. М., Король О. Д. та ін. – Чернівці : Чернівецький національний університет, 2010. – 344 с. **4.** Интерпретация комбинаций каналов данных Landsat TM / ETM+ [Електронний ресурс] // GIS-LAB. – 2014. – Режим доступу: <http://gis-lab.info/qa/landsat-bandcomb.html>. **5.** Остапчук С. М. Проектування екологічних стежок за даними дистанційного зондування Землі / Остапчук С. М., Прокопчук А. В. // Матеріали I Міжнародної науково-практичної конференції «Перспективи розвитку сільського та екологічного туризму в Україні». – Березне-Рівне, 2016. – С. 173–175. **6.** Прокопчук А. В. Управління природно-заповідними територіями з використанням даних дистанційного зондування Землі / Прокопчук А. В., Янчук О. Є. // Актуальные вопросы наук о Земле в концепции устойчивого развития Беларуси и сопредельных государств. Материалы научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых. – 2016. – С. 321–324. **7.** Earth Explorer. U.S. Department of the Interior U.S. Geological Survey [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://earthexplorer.usgs.gov/> **8.** High Resolution Satellite Imagery. Black Bridge a Planet Labs Company [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.blackbridge.com/rapideye/all-products/index.html> **9.** Satellite Imagery – The Constellation. Airbus Defence and Space 2016. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.intelligence-airbusds.com/en/65-satellite-imagery> **10.** Sentinel

**Ostapchuk S. M., Candidate of Engineering (Ph.D.), Associate Professor, Prokopchuk A. V., Post-graduate Student** (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne)

### **DESIGNING PECULIARITIES OF ECOLOGICAL TRAILS WITH USING OF SENSING SATELLITE DATA**

It was noted the importance of information support for the tourism attractiveness of areas. Based on the experience of the completed works, use satellite images for the designing of ecological trails was analyzed. The work is divided into several stages, the main features of work were marked. In the form of graphics materials were given examples of execution assigned tasks. The main characteristics of the projected ecological trails were given.

**Keywords:** tourism, ecological trails, information support, satellite images, modeling.

---

**Остапчук С. М., к.т.н., доцент, Прокопчук А. В., аспирант**  
(Национального университета водного хозяйства и природопользования, г. Ровно)

### **ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ТРОП ПО МАТЕРИАЛАМ СПУТНИКОВЫХ СЪЕМОК**

Отмечено важное значение информационного обеспечения для туристической привлекательности территорий. На основании опыта проведенных работ выполнен анализ использования спутниковых снимков при проектировании экологических троп. Указанная работа разделена на несколько этапов, отмечено основные ее особенности. В виде графических материалов приведены примеры выполнения поставленных задач. Отмечены основные характеристики проектируемых экологических троп.

**Ключевые слова:** туризм, экологические тропы, информационное обеспечение, спутниковые снимки, моделирование.

---